

(11)Publication number : 2001-101707

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/24
G11B 7/004
G11B 11/105

(21)Application number : 11-273997

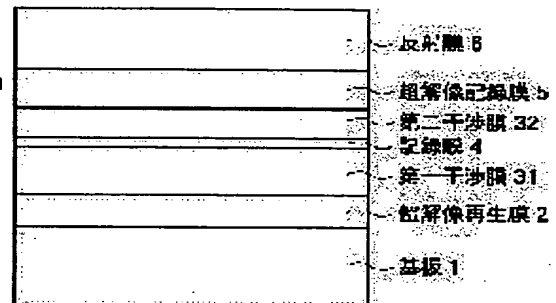
(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 28.09.1999

(72)Inventor : NAGASE TOSHIHIKO
TODORI KENJI
ICHIHARA KATSUTARO**(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM, OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE,
AND OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING METHOD****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To form and read a recording mark train whose size is smaller than a laser spot size and to enhance the recording density.

SOLUTION: A super resolution reproducing film 2 is formed on the light incident side of a recording film 4 in the optical recording medium, and a super resolution recording film 5 using a metal fine particle dispersion film is formed on the opposite side to the incident side.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An optical recording medium which performs record reproduction of information by the exposure of an optical beam, comprising:

A substrate.

Record film formed on this substrate.

Super resolution record film are provided on said record film on said substrate, or in the bottom,

and using a metal particle dispersion film.

[Claim 2]The optical recording medium according to claim 1 with which a super-resolution-reproducing film is provided on said record film on said substrate, or in the bottom.

[Claim 3]The optical recording medium according to claim 2 with which said super resolution record film is formed in an opposite hand that said super-resolution-reproducing film provided said super-resolution-reproducing film of said record film between said substrate and said record film.

[Claim 4]The optical recording medium according to claim 1 to 3, wherein metal particles of said metal particle dispersion film are at least one of Au, Ag, and the Cu(s).

[Claim 5]Optical recording playback equipment of the optical recording medium according to claim 2 to 4 characterized by comprising the following.

A recording device which forms the 1st optical opening smaller than light spot size in super resolution record film of said optical recording medium, and records on it by the optical exposure of intensity of a recording level by forming a recording mark of a size corresponding to this 1st optical opening into said record film.

A reproduction means which forms the 2nd optical opening smaller than light spot size in a super-resolution-reproducing film of said optical recording medium, and reads said recording mark through this 2nd optical opening by the optical exposure of intensity of a regeneration level.

[Claim 6]The optical recording playback equipment according to claim 5, wherein an optical exposure of intensity of said recording level and an optical exposure of intensity of said regeneration level are performed with the same light source.

[Claim 7]Are record reproduction of the optical recording medium according to claim 2 to 4 an optical recording regeneration method to perform, and by the optical exposure of intensity of a recording level. Form the 1st optical opening smaller than light spot size in super resolution record film of said optical recording medium, record by forming a recording mark of a size corresponding to this 1st optical opening into said record film, and by the optical exposure of intensity of a regeneration level. An optical recording regeneration method forming the 2nd optical opening smaller than light spot size in a super-resolution-reproducing film of said optical recording medium, and reproducing by reading said recording mark through this 2nd optical opening.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to an optical recording medium, optical recording playback equipment, and an optical recording regeneration method.

[0002]

[Description of the Prior Art]Optical disk memory which irradiates with an optical beam and performs reproduction or record reproduction of information is put in practical use in various files, such as a sound, a picture, and computer data, as memory storage which has large scale nature, rapid access nature, and medium portability.

The development continues to be expected.

In the densification of an optical disc, the short wavelength formation of the gas laser for original recording cutting, In the short wavelength formation of the semiconductor laser which is a light source of operation, high-numerical-aperture-izing of an object lens, sheet-metal-izing of an optical disk substrate, and a further recordable optical disc, there are various approaches, such as mark length record and land groove recordings.

[0003]The super-resolution-reproducing art of using a medium film other than the above approaches as art in which the effect of densification is large is proposed and examined. Super-resolution-reproducing art is proposed as art peculiar to a magneto-optical disc at the beginning. Carry out temperature up of the film for the magnetic film which has a super resolution function in record film or a reproducing film in a magneto-optical disc using switched connection or the medium which carried out magnetostatic combination at the time of a regenerated light exposure, and the exchange force or magnetostatic power between films is used, The mask of a part of reproduction spot is carried out optically at some super resolution films, or an optical opening is provided. Then, between the field and substrate with which the recording mark sequence was established also to the ROM disk, The trial which light transmittance provides the super resolution film which changes by reproducing laser beam exposure, and carries out super resolution reproducing was reported, and it became clear for it to be able to apply to all the optical discs, such as not only optical magnetism but ROM, a phase change, coloring matter, etc.

[0004]The method of super resolution reproducing applicable to such various kinds of optical discs is divided roughly into a heat mode method and a photon mode method. The former heat mode method heats a super-resolution-reproducing film by regenerated light exposure, a super resolution film is made to generate a phase transition etc. with heating, transmissivity is changed, and the optical opening needs the strict thermal control doubled with linear velocity in order to present the same shape as the constant temperature line of a super-resolution-reproducing film. On the other hand, by the latter photon mode method, coloring or the decolorization phenomenon by regenerated light exposure is used, using the material of a photochromic system as a super-resolution-reproducing film. Since photochromic one makes excitation level with a short excitation life excite an electron from a ground level by optical exposure, catches an electron from this excitation level to the metastable excitation level in which an excitation life is very long and makes light absorption characteristics reveal, In order to perform repetition reproduction, it is required to carry out deexcitation of the electron caught by metastable excitation level to a ground level again. Since the auxiliary light exposure in which wavelength differs from regenerated light is needed for deexcitation, 2 beam operation is theoretically required. Since the process of excitation and deexcitation was complicated, repetition reproduction frequency was also far from at most about 10,000 times and practical use.

[0005]Generally, compared with an inorganic material, degradation of organic materials to reproduction (record) is repeatedly large. Since heat mode system material is accompanied by atomic movement of a crystal structure changing, speed of response is slower than photon mode system material, and the optical opening part of a super resolution film is back formed rather than light spot. For this reason, when using the light which carried out Gaussian distribution, the loss of light volume is large. Therefore, a super resolution film is an inorganic material, and it is desirable that it is the material of a photon mode system.

[0006]Then, this invention persons have proposed by JP,10-320857,A using for a super-resolution-reproducing film the semiconductor continuation film or semiconductor particulate dispersion film from which an optical constant changes with absorption saturation phenomena at high speed paying attention to a photon mode system inorganic material. Since when using absorption saturation phenomena uses the electronic excitation between 2 level, the response to light is a high speed and its change of an optical constant is also large.

[0007]However, in the Prior art, although super resolution reproducing was possible, super

resolution record was difficult. That is, even if it packed and recorded the interval of the recording mark, having reproduced to a high resolution was possible, but fundamentally, the size of the recording mark was determined with the spot size of the light of a recording level, and was not able to form a smaller mark.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is made in order that this invention may solve the problem of the optical recording medium using the conventional super resolution film which was mentioned above. It aims at providing the optical recording medium which can form a recording mark smaller than the spot size of the light of a recording level, the optical recording playback equipment which carries out record reproduction of this optical recording medium, and an optical recording regeneration method.

[0009]

[Means for Solving the Problem] An optical recording medium whose this invention is characterized by that an optical recording medium comprises the following in order to solve an above-mentioned problem and which performs record reproduction of information by the exposure of an optical beam as an invention of claim 1.

Substrate.

Record film formed on this substrate.

Super resolution record film are provided on said record film on said substrate, or in the bottom, and using a metal particle dispersion film.

[0010] As an invention of claim 2, the optical recording medium according to claim 1 with which a super-resolution-reproducing film is provided on said record film on said substrate or in the bottom is provided.

[0011] Furthermore, that said super-resolution-reproducing film provided said super-resolution-reproducing film of said record film between said substrate and said record film provides the optical recording medium according to claim 2 with which said super resolution record film is formed in an opposite hand as an invention of claim 3.

[0012] The optical recording medium according to claim 1 to 3 which is characterized by metal particles of said metal particle dispersion film being at least one of Au, Ag, and the Cu(s) as an invention of claim 4 in addition to these is provided.

[0013] As for optical recording playback equipment concerning claim 5 of this invention, this invention is characterized by that optical recording playback equipment of the optical recording medium according to claim 2 to 4 comprises the following.

A recording device which forms the 1st optical opening smaller than light spot size in super resolution record film of said optical recording medium, and records on it by the optical exposure of intensity of a recording level by forming a recording mark of a size corresponding to this 1st optical opening into said record film.

A reproduction means which forms the 2nd optical opening smaller than light spot size in a super-resolution-reproducing film of said optical recording medium, and reads said recording mark through this 2nd optical opening by the optical exposure of intensity of a regeneration level.

[0014] The optical recording playback equipment according to claim 5 carrying out with the light source as claim 6 in which an optical exposure of intensity of said recording level and an optical exposure of intensity of said regeneration level are still the more nearly same is provided.

[0015] An optical recording regeneration method which finally starts claim 7 of this invention, Are record reproduction of the optical recording medium according to claim 2 to 4 an optical recording regeneration method to perform, and by the optical exposure of intensity of a recording level. Form the 1st optical opening smaller than light spot size in super resolution record film of said optical recording medium, record by forming a recording mark of a size corresponding to this 1st optical opening into said record film, and by the optical exposure of intensity of a regeneration level. The 2nd optical opening smaller than light spot size is formed in a super-resolution-reproducing film of said optical recording medium, and it reproduces by reading said recording mark through this 2nd optical opening.

[0016]An effect of using for super resolution record film a metal particle dispersion film which distributed metal particles, such as Au, Ag, and Cu, in a matrix is explained below.

[0017]If metal is distributed as particles in a suitable dielectric, absorption by surface plasmon will appear. Plasmon is a mass movement of an electron in metal, and calls surface plasmon plasmon induced by the surface. Near [where absorption by surface plasmon takes place] the wavelength, the 3rd nonlinear susceptibility becomes large with a 10^{-7} esu grade, and change of a big optical constant can be expected. It is more desirable than to use as a super-resolution-reproducing film to use as super resolution record film, since power from which an optical constant of a metal particle dispersion film generally changes a lot is beyond a ten MW/cm^2 grade.

[0018]Relation between time when a metal particle dispersion film and a semiconductor particulate dispersion film are irradiated, and transmissivity is shown in drawing 8 here. In a figure, a horizontal axis is time and a vertical axis is transmissivity.

[0019]As shown in a figure, transmissivity attenuation of a metal particle dispersion film requires only very short time of ps order to taking long time called ns order in transmissivity attenuation of a semiconductor particulate dispersion film after irradiating with light. Namely, a metal particle dispersion film changes in time when an optical constant is very short.

[0020]If a metal particle dispersion film and a semiconductor particulate dispersion film which have such the characteristic are irradiated, it will illustrate to drawing 9 what kind of optical opening (aperture) is formed to light spot. When a metal particle dispersion film is used as shown in drawing 9 since time for an optical constant of a metal particle dispersion film to change is short, an optical opening serves as the round form as light spot of light spot almost same in the center, and it is formed. On the other hand, since time for an optical constant of a semiconductor particulate dispersion film to change is long, when a semiconductor particulate dispersion film is used, it will be an ellipse form with which an optical opening drags on to light spot, and will be formed. For this reason, if a metal particle dispersion film is compared with a semiconductor particulate dispersion film, super resolution record of a high resolution of a direction of a metal particle dispersion film will be attained.

[0021]As metal particles used for a metal particle dispersion film, at least one sort of Au, Ag, and Cu is preferred. Since absorptivity change will change steeply if such materials have an absorption peak by surface plasmon in a visible region and irradiate it with light of an absorption peak wavelength, this is based on a reason for being the best for super resolution record. As metal particles, it is also possible to use Pt, Rh, Sn, Pd, Ir, etc.

[0022]As a matrix material which distributes metal particles, to wavelength to be used, if it is transparent dielectric materials, limitation in particular will not be carried out, but it is possible to use SiO_2 , Si-N, aluminum-O, aluminum-N, B-N, etc., for example.

[0023]Also in a case where which material is used, it is preferred that there is absorption by surface plasmon of metal particles.

[0024]As for mean particle diameter of metal particles, about 1-50 nm is preferred. It is not desirable from reasons in which it is difficult to produce metal particles with uniform particle diameter as it is less than 1 nm, and if it exceeds 50 nm, in order to make it exist as particles in a film, thickness of super resolution record film itself is not preferred from reasons of becoming very thick.

[0025]As for a rate of metal particles in the whole metal particle dispersion film, about 0.1 to 60 % of the weight is preferred. Since there are very few metal particles distributed as it is less than 0.1 % of the weight, if it exceeds 60 % of the weight undesirably from a reason change of optical constant sufficient in thickness of about 100 nm of numbers is unrealizable etc., It is not preferred from difficult reasons for condensation of metal particles to occur easily and to produce particles.

[0026]Since this is high power [power which changes a lot has an optical constant of a metal particle dispersion film comparatively as high as beyond a $10 \text{ MW}/\text{cm}^2$ grade, and / a semiconductor particulate dispersion film] as mentioned above, A direction which power applies to comparatively high record is more more suitable rather than power of an optical exposure

uses for comparatively low reproduction.

[0027] A phase change optical recording medium which uses a phase change material for record film usually has the multilayered constitution which consists of an interference film, record film, a protective film, a reflection film, etc. As for such multilayered constitution, since membranes are usually formed by sputtering, it is preferred that a super-resolution-reproducing film and super resolution record film also form membranes by sputtering. Since it is easy compared with sputtering of a semiconductor, metaled sputtering has the advantage of being easier to make a metal particle dispersion film from sputtering than a semiconductor continuation film and a semiconductor particulate dispersion film.

[0028] As mentioned above, as super resolution record film, it is more desirable than a semiconductor particulate dispersion film to use a metal particle dispersion film.

[0029] This invention which uses such a metal particle dispersion film for super resolution record film is explained concretely hereafter, using a drawing.

[0030] Drawing 1 is an outline sectional view showing an example of an optical recording medium of this invention.

[0031] In a figure, 1 is a substrate and the super-resolution-reproducing film 2, the first interference film 31, the record film 4, the second interference film 32, the super resolution record film 5, and the reflection film 6 are laminated one by one on the substrate 1. The record film 4 irradiates with light of intensity of a recording level, records information, and is reproduced by reading this recorded information by irradiating with light of intensity of a regeneration level. Respectively, the first interference film 31 and the second interference film 32 are formed in order to acquire the optical interference effect, and the reflection film 6 is formed in order to reflect light which entered.

[0032] The characteristic of the super-resolution-reproducing film 2 and the super resolution record film 5 is described among these laminated structures. Drawing 2 is a figure showing relation between the exposure photon energy E_p and the transmissivity T_r of the super-resolution-reproducing film 2 and the super resolution record film 5, a horizontal axis expresses exposure photon energy and a vertical axis expresses transmissivity. A curve shown by R is the characteristic of the super-resolution-reproducing film 2 among a figure, and a curve shown by W is the characteristic of the super resolution record film 5. When a super resolution film to be used is heat mode system material, a horizontal axis of drawing 2 is transposed to film temperature.

[0033] The super-resolution-reproducing film 2 has low transmissivity in an exposure photon energy area of less than the exposure photon energy E_r at the time of reproduction, and a figure shows that high transmissivity is obtained above E_r . Therefore, a microoptics opening (the 2nd optical opening) smaller than light spot size is formed into the super-resolution-reproducing film 2 by using moderate reproduction power more than E_r . Light irradiated from the substrate 1 side is irradiated by the record film 4 through this 2nd optical opening, and, thereby, a super-resolution-reproducing function reveals it.

[0034] On the other hand, the super resolution record film 5 has low transmissivity in an exposure photon energy area of less than the photon energy E_w at the time of record, and high transmissivity is obtained above E_w . Therefore, a microoptics opening (the 1st optical opening) smaller than light spot size is formed into the super resolution record film 5 by using moderate record power more than E_w . Light irradiated from the substrate 1 side passes this 1st optical opening, and reaches even the reflection film 6, it is reflected by the reflection film 6 and a passing beam returns to the record film 4. Thereby, when heat mode record of a phase change etc. is used, for example, heating of the record film 4 is fully performed and a minute recording mark is formed. That is, super resolution record is performed. Since it is $E_w > E_r$, if it irradiates with exposure photon energy more than E_w , here, Rather than the record film 4, an optical opening large enough with a natural thing is formed in the super-resolution-reproducing film 2 position k Made into the substrate 1 side, and through this opening, light will be first irradiated by the record film 4 and will be irradiated by the super resolution record film 5 after that.

[0035] When an example is taken in the above thing, it turns out as an optical recording regeneration method of this invention that following methods are preferred. At the time of

record, by the optical exposure of intensity of a recording level, the 1st optical opening smaller than light spot size is formed in super resolution record film, and it records on it by forming a recording mark of a size corresponding to this 1st optical opening in record film. At the time of reproduction, by the optical exposure of intensity of a regeneration level, the 2nd optical opening smaller than light spot size is formed in a super-resolution-reproducing film, and it reproduces by reading a recording mark through this 2nd optical opening.

[0036] Like drawing 1, the super-resolution-reproducing film 2 and the super resolution record film 5 are formed in both sides so that the record film 4 may be inserted, and as for the super resolution record film 5, it is most preferred to provide the light incidence side of the record film 4 in an opposite hand from a viewpoint that light can be efficiently used at the time of record. This is because the super resolution record film 5 is in a state where transmissivity is low, at the time of reproduction, so it will become the loss of regenerated light if it arranges to the light incidence side of the record film 4.

[0037] However, since there are various modes in relation between transmissivity of the super-resolution-reproducing film 2 and the super resolution record film 5, and exposure photon energy, depending on the case, both super resolution films may be arranged in one side of the record film 4. For example, since the super resolution record film 5 is penetrated at the time of reproduction and regenerated light needs to be irradiated by the record film 4 when stationing both sides of the super-resolution-reproducing film 2 and the super resolution record film 5 to the light incidence side of the record film 4, it is desirable to set up beforehand transmissivity before an optical exposure of the super resolution record film 5 highly. When arranging the super-resolution-reproducing film 2 and the super resolution record film 5 to the reflection film 6 side of the record film 4, it is desirable to adjust lamination so that reflectance may become high by the optical exposure more than a threshold.

[0038] As a material which forms the super-resolution-reproducing film 2, photon mode system materials, such as heat mode system material; photochromic, such as a phase change material of high-speed crystallization type and heat fading nature coloring matter, a photograph breaching, a semiconductor, or a semiconductor particulate dispersed system, etc. can be used.

[0039] Since the super-resolution-reproducing film needs to operate by reproduction power and super resolution record film needs to operate by record power, a threshold in which super resolution record film operates must be larger than a threshold in which the super-resolution-reproducing film operates. In order to make a threshold into a different value, material which is different in a super-resolution-reproducing film and super resolution record film may be used, and photon mode system material using absorption saturation phenomena may be used.

[0040] Here, absorption saturation phenomena are explained. If a semiconductor is irradiated with light of energy more than forbidden-band width, light will be absorbed and an electron will be excited by conducting zone from a fillde band. Probability of electronic excitation is so high that vacancy density of states of a conducting zone is high. If photon energy with which it irradiates increases, an electron number excited from a fillde band will increase, and vacancy density of states in a conducting zone will fall. Therefore, when there is little photon energy, light is absorbed, but if photon energy increases, absorption will decrease gradually and transmissivity will increase. Light intensity distribution in optical recording reproduction is high, and the spot central part of a periphery is low. For this reason, transmissivity becomes [in the spot central part] it is high and low at a periphery, and super resolution operation of it is attained.

[0041] Adjustment of photon energy which reveals absorption saturation is possible if it performs adjusting particle size, variance, etc. in a semiconductor particulate dispersed system which chooses a semiconductor material used according to wavelength, and controlling a life of deexcitation, and excitation probability etc.

[0042] Since density of states of a vacancy in a conducting zone is decreased towards a large and energy-rich side in conducting-zone lower end vicinity, When a semiconductor with forbidden-band width a little narrower than it near operating wavelength is chosen, excitation probability becomes the highest, and it becomes possible to carry out absorption saturation with the lowest photon energy for this reason. Conversely, since an electron will be excited by energy-rich state and an excitation electron will move to a state of a conducting-zone lower end

if a semiconductor which has quite narrow forbidden-band width compared with operating wavelength is chosen, photon energy required to carry out absorption saturation becomes high. [0043] Since transition probability differs also with a semiconductor of the same forbidden-band width depending on material, if a difference of this transition probability is used, photon energy from which absorption saturation takes place can be adjusted. Fine adjustment of forbidden-band width and control of width of a density-of-states function of a conducting zone are possible by adjusting particle size, variance, etc. Forbidden-band width spreads, so that isolated atomization is carried out, and a density-of-states function becomes steep narrowly simultaneously. Photon energy from which absorption saturation takes place also by a deexcitation life can be adjusted. When a deexcitation life like [a case of a continuation film or when a deexcitation life like / when particle diameter is large / is short / it is high in photon energy from which absorption saturation takes place, and / when particle diameter is conversely small] is long, photon energy from which absorption saturation takes place can be adjusted low.

[0044] Hereafter, the characteristic of a metal particle dispersion film is explained concretely.

[0045] First, a 7.5-nm Au particle shows drawing 3 an absorption spectrum of an Au particle dispersion film distributed in SiO₂. In drawing 3, a horizontal axis expresses wavelength (nm) and a vertical axis expresses an absorptivity. As shown in drawing 3, an absorption peak by surface plasmon has been checked to 532 nm. When Ag and Cu are used as metal particles, an absorption peak is set to 400 nm and 550 nm, respectively.

[0046] Next, a result of having measured absorptivity change when an Au particle dispersion film was excited by laser of wavelength of 532 nm and pulse width 200fs by the pump probe method is shown in drawing 4. In drawing 4, a horizontal axis expresses time (ps) and a vertical axis expresses an absorptivity. Drawing 4 shows that both standups and fallings of absorptivity change have happened to ps order.

[0047] Since a transmittance change which also mentioned absorptivity change above is also change of an optical constant, it can be said that an optical recording medium of this invention changes in time when an optical constant of the super resolution record film 5 is very short. Therefore, a thing which is light spot and which is mostly formed in the center can do an optical opening, and super resolution record of a high resolution is attained. Since the super-resolution-reproducing film 2 is formed, super resolution reproducing also becomes possible and comes to be able to perform very high-density record reproduction.

[0048] Optical recording playback equipment of this invention is characterized by comprising: A recording device which forms the 1st optical opening smaller than light spot size in super resolution record film by irradiating with light of intensity of a recording level an optical recording medium mentioned above, and forms a recording mark of a size corresponding to this 1st optical opening into record film.

A reproduction means which reads information which formed the 2nd optical opening smaller than light spot size in a super-resolution-reproducing film, and was recorded on record film through this 2nd optical opening by irradiating with light of intensity of a regeneration level, and is reproduced.

It is desirable when using the same single light source here as a Mitsuteru gunner stage which irradiates with light of intensity of a recording level and a regeneration level considers simplification of a device.

[0049] As for a recording device, it is preferred to also have a control means which controls the Mitsuteru gunner stage besides the above-mentioned Mitsuteru gunner stage. As for a reproduction means, it is preferred to also have a control means which is provided also with a detection means to detect light reflected from an optical recording medium or light to penetrate, and to read information when it irradiates with light of a regeneration level besides the Mitsuteru gunner stage, and controls the Mitsuteru gunner stage and a detection means. Although a recording device, the Mitsuteru gunner stage of a reproduction means, and a control means may be established independently and it may communalize, it is desirable in order for communalizing to be simplification of a device.

[0050]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described, referring

to drawings.

[0051](A 1st embodiment) Drawing 5 is an outline sectional view of the phase-change optical disk as an optical recording medium concerning a 1st embodiment of this invention. In the figure, 1 is a substrate and the super resolution record film 5, the first interference film 31, the record film 4, the second interference film 32, and the reflection film 6 are laminated one by one on the substrate 1.

[0052]The manufacturing process of the optical recording medium which has such a laminated structure is explained hereafter.

[0053]First, the polycarbonate board 1 with which the tracking guide groove (groove) was provided was created using the usual optical disk substrate process of a mastering process → La Stampa process → injection process. On this substrate 1, a laminated structure is formed by sputtering.

[0054]According to this embodiment, NA of 532 nm and a focus lens is set to 0.6 for the wavelength λ of recording light. Therefore, the laser spot size on a disc face is about 0.5 nm in the total half value width W.

[0055]The Au particle dispersion film of 100 nm of average thickness is used for the super resolution record film 5. The presentation of an Au particle dispersion film is carried out as mentioned above. After forming the super resolution record film 5 the simultaneous weld slag of metal particles and a matrix material, or by using a target as a metal particle dispersing material, and carrying out weld slag beforehand, This is followed, ZnS-SiO₂. The first used interference film 31 of 110 nm of average thickness, the record film 4 of 202 nm of average thickness using GeSbTe which is a phase change recording material, the second interference film 32 of 40 nm of average thickness using ZnS-SiO₂, and the reflection film 6 of 50 nm of average thickness using an aluminum alloy. Membranes were continuously formed by the usual magnetron sputtering method.

[0056]Thus, the created medium was set in the disk evaluation system, and it drove by linear velocity 6 m/s, and condensed and irradiated with semiconductor laser recording light with a wavelength of 532 nm with the object lens of NA0.6 from the substrate 1 side, and formation of the minute recording mark sequence was tried. Mark rows with a single frequency of 0.5 micrometer are created as mark length, changing record power, and the result of having been reproduced with the same wavelength of 532 nm as recording light and the light of NA0.6, and having investigated CNR is shown in drawing 6. In the figure, a horizontal axis shows record power and the vertical axis shows CNR. The curve shown by [B] expresses CNR of the medium of this embodiment, and the curve shown by [A] does not form the super resolution record film 5, and also expresses CNR of the same comparative example as drawing 5.

[0057]If the threshold power of record is observed, how which has shifted CNR of the medium of this embodiment to the high power side compared with a comparative example and depending on which CNR from a threshold rises is steep. This reflects that the transmissivity of the super resolution record film 5 is dependent on exposure photon energy, i.e., irradiation energy density. Therefore, by power whose transmissivity of the super resolution record film 5 is low, recording light does not reach the record film 4, but, for this reason, record is impossible by such power. If the transmissivity of the super resolution record film 5 becomes high, recording light will come to reach the record film 4, and, for this reason, CNR will rise steeply.

[0058]Another feature of the medium of this embodiment is that a saturation CNR value is low compared with a comparative example. This is reflecting that a minute recording mark is formed only near the central part of an optical beam, and recording mark size becomes small as a result to the recording mark about FWHM of laser spot being formed at this embodiment in the comparative example.

[0059]Then, record power was the same as that of ****, recorded by having changed the recording mark interval ML, and reproduced this with short wavelength laser with a wavelength of 410 nm. A result is shown in drawing 7. In the figure, a horizontal axis shows the recording mark interval ML [mum], and the vertical axis shows CNR. [A] and [B] are the same as that of drawing 6.

[0060]FWHM of the laser spot at the time of using short wavelength laser is about 0.3 micrometer, and CNR high enough is obtained in this embodiment like [the mark which carried out super resolution record with long wavelength] the comparative example. When the mark interval ML is packed, when ML is set to less than about 0.3 micrometer of reproduction laser spot size from the influence of the thermal interference at the time of record, and the intersymbol interference at the time of reproduction, by a comparative example, it turns out that CNR is falling rapidly. On the other hand, it originates in recording mark size being small in this embodiment, and since the thermal interference at the time of record is also small and intersymbol interference is also small, ML is maintaining at least about 0.15 micrometer of high CNR(s).

[0061]Thus, when the super resolution record film 5 is formed, and a request also combines the super resolution record by long wavelength laser, and reproduction by short wavelength laser and performs 2 laser operation, it becomes possible to perform high-density record reproduction.

[0062](A 2nd embodiment) Although a 1st embodiment explained the case where 2 laser operation was performed only using super resolution record film, considering practical use, one light source and the 1 laser operation specifically performed by one laser are more preferred in record reproduction than in 2 laser operation. A 2nd embodiment enables 1 laser operation combining super resolution record film and a super-resolution-reproducing film.

[0063]A phase-change optical disk is used for the medium of a laminated structure as shown in drawing 1, and a concrete target as a medium. A laminated structure on the same substrate 1 as drawing 1 explained, A CdS particle with a mean particle diameter of 4 nm the super-resolution-reproducing film 2 of 100 nm of average thickness distributed in SiO_2 , the first interference layer

31 of 100 nm of average thickness using ZnS-SiO_2 , the record film 4 of 20 nm of average thickness using GeSbTe, and ZnS-SiO_2 . The second interference layer 32 of 100 nm of used average thickness, the super resolution record film 5 of 80 nm of average thickness with which Ag particulates with a mean particle diameter of 10 nm were distributed in SiO_2 , and the reflection film 6 of 50 nm of average thickness using an aluminum alloy are laminated one by one. The super-resolution-reproducing film 2 and the super resolution record film 5 have adjusted the particle diameter and volume rate of particles so that it may operate on the wavelength of 410 nm.

[0064]Disk characterization considered it as the wavelength of 410 nm, NA0.6, and linear velocity 6 m/S, and was performed by record power 15mW and 2 mW of reproduction power. This record reproduction power is decided from the result of having conducted preliminary experiment. As a result of conducting a record reproduction experiment and investigating the reproduction CNR, changing a mark interval, the same characteristic was shown as [B] of drawing 7 showed.

[0065]Since the super-resolution-reproducing film 2 forms an optical opening large enough at the time of the optical exposure of a recording level, it is thought that only the super resolution record film 5 acts at the time of record. The super resolution record film 5 is arranged to the opposite hand with the light incidence side of the record film 4 in this embodiment here. This is because the super resolution record film 5 is in the state where transmissivity is low, at the time of reproduction, so it will become the loss of regenerated light if it arranges to the light incidence side of the record film 4. However, the super resolution record film 5 and the super-resolution-reproducing film 2 may be arranged to the record film 4 at the light incidence side by setting up beforehand the transmissivity before the optical exposure of the super resolution record film 5 highly. When the super resolution record film 5 is arranged at the light incidence side of the record film 4, it is not necessary to form the reflection film 6. In forming the super resolution record film 5 in an opposite hand the light incidence side of the record film 4 and performing super resolution record like this embodiment, Since the thickness of the record film 4 should be set as the thin thickness which is a grade which light fully penetrates and heating sufficient in the case of a heat mode film like phase change record film does not take place, Record does not take place temporarily depending on incidence of light, but light forms a minute opening in the super resolution record film 5 temporarily which penetrated the record film 4, It is preferred to take the gestalt of making light penetrating to the reflection film 6 on it, and the transmitted light

being reflected with the reflection film 6, returning to the record film 4, and the record film 4 fully being heated in the operation, and forming a minute recording mark.

[0066] Thus, it becomes possible to perform high-density record reproduction by one laser by forming the super-resolution-reproducing film 2 other than the super resolution record film 5. That is, it becomes possible to attain simplification of optical recording playback equipment by [which make the same the light source of the optical exposure of the intensity of a recording level, and an optical exposure of the intensity of a regeneration level] simplifying the Mitsuteru gunner stage, if it puts in another way. The control means which makes it possible to control the detection means, the Mitsuteru gunner stage, and the detection means of detecting the catoptric light or the transmitted light from a disk, and to perform record reproduction in the case of playback other than the Mitsuteru gunner stage is also provided in optical recording playback equipment.

[0067] As mentioned above, although the embodiment of the invention was described, this invention is not limited to an above-mentioned embodiment.

[0068] For example, it is arbitrarily selectable from what is generally used, and the substrate can also specifically use resin, such as acrylic resins, such as glass and PMMA (polymethylmethacrylate); and polycarbonate, and others.

[0069] For example, may use transparent dielectric materials, such as the same SiO_2 as ZnS-SiO_2 , Si_3N_4 , Ta_2O_5 , and TiO_2 , as an interference film, and as record film, Phase change recording materials, such as optical magnetic adjusters, such as TbFeCo , GdFeCo , Pt/Co , MnBi , a garnet, and a ferrite, and AgInSbTe , the photon mode recording material represented by photochromic ones, etc. may be used. The metallic material of high reflectance represented by Au , Cu , Ag , etc. may be used as a reflection film.

[0070] As the possible semiconductor continuation film or semiconductor particulate dispersion film of using for a super-resolution-reproducing film, the following materials can be used, for example. A semiconductor material can be chosen according to the wavelength of laser ** to be used, The halogenide of Cu and Ag , a Cu oxide, AgSe , AgTe , SrTe , SrSe , CaSi , ZnS , ZnO , ZnSe , ZnTe , CdS , CdSe , CdTe , AlTe , InS , InO , InSe , InTe , AlSb , AlN , AlAs , GaN , GaP , GaAs , GaSb , GeS , GeSe , SnS , SnSe , SnTe , PbO , SiC , AsTe , AsSe , SbS , SbSe , SbTe , BiS , TiO , It is possible to use MnSe , MnTe , FeS , MoS , CuAlS , CuInS , CuInSe , CuInTe , AgInS , AgInSe , AgInTe , ZnSiAs , AnGeP , CuSbS , CuAsS , AgSbS , AgAsS , etc. As a matrix material in the case of distributing a semiconductor particulate, nature of plasma polymer; C of the transparent dielectric material; C-H [, such as SiO_2 , Si_3N_4 , Ta_2O_5 , TiO_2 , and ZnS-SiO_2 ,] and C-F system, etc. can be used.

[0071] Although the optical disc was mentioned as the example and explained as a medium, the application to a tape etc. is also possible.

[0072] In addition, modification various in the range which does not exceed the gist of this invention is possible.

[0073]

[Effect of the Invention] since a recording mark minuter than the light spot size specified by NA of an object lens can be formed according to this invention as explained above, it becomes possible to boil storage density markedly and to raise it.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline sectional view showing an example of the optical recording medium concerning this invention.

[Drawing 2] The figure showing the characteristic of the super-resolution-reproducing film used for the optical recording medium concerning this invention, and super resolution record film.

[Drawing 3] The figure showing the absorption spectrum of the super resolution record film used for the optical recording medium concerning this invention.

[Drawing 4] The figure showing absorptivity change of the super resolution record film used for the optical recording medium concerning this invention.

[Drawing 5] The outline sectional view of the optical recording medium concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 6] The figure showing the CNR characteristic of the optical recording medium concerning a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 7] The figure showing the CNR characteristic of the optical recording medium concerning a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 8] The figure showing the transmittance change of a metal particle dispersion film and a semiconductor particulate dispersion film.

[Drawing 9] The figure showing signs that an optical opening is formed in a metal particle dispersion film and a semiconductor particulate dispersion film.

[Description of Notations]

1 --- Substrate

2 --- Super-resolution-reproducing film

31 --- The first interference film

32 --- The second interference film

4 --- Record film

5 --- Super resolution record film

6 --- Reflection film

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

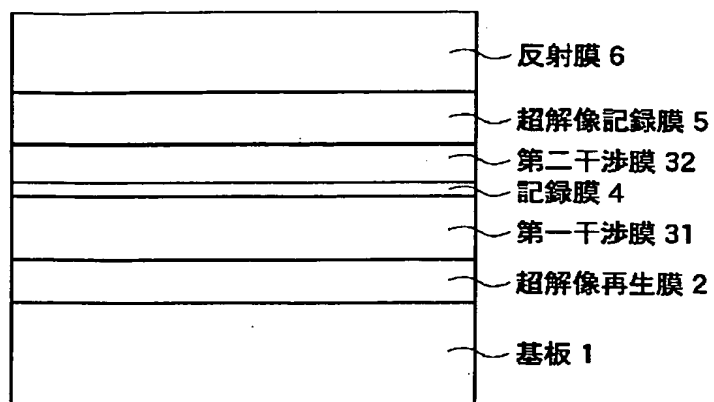
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

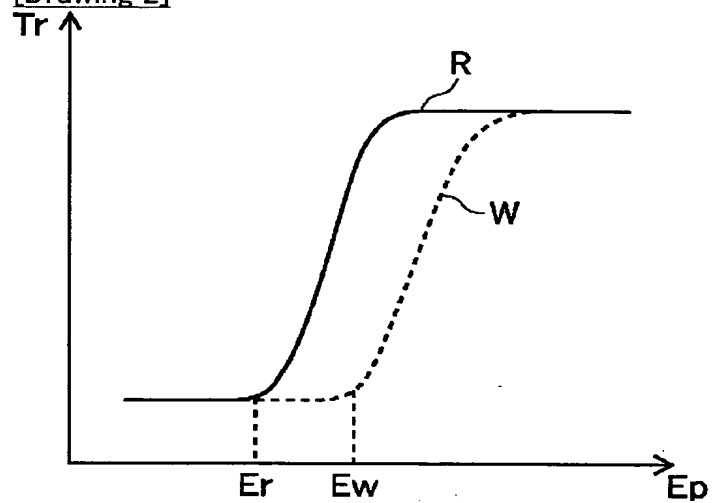
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

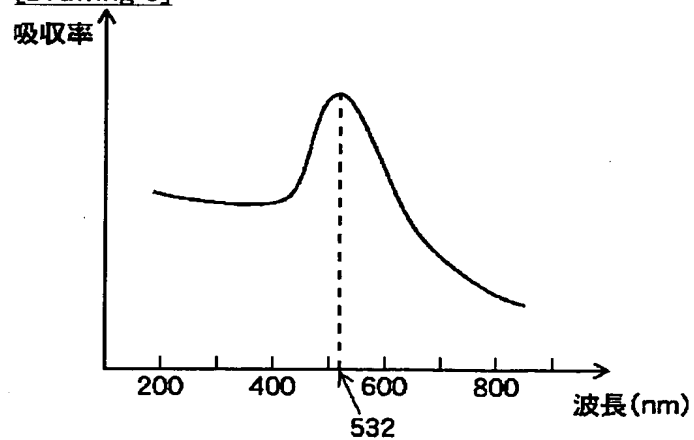
[Drawing 1]



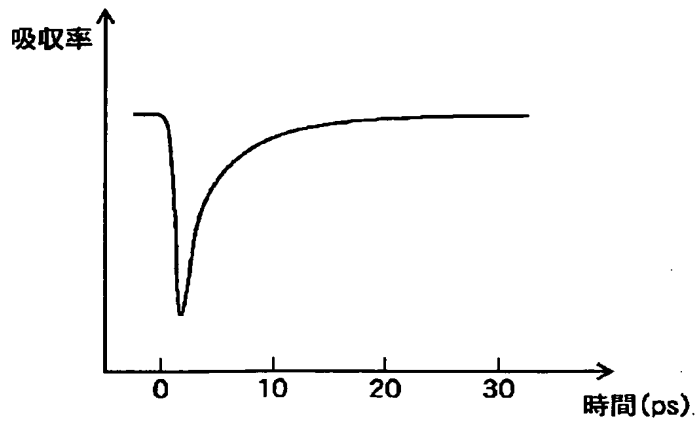
[Drawing 2]



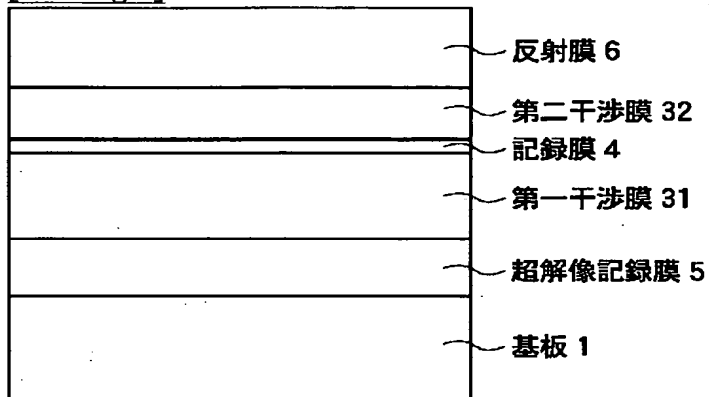
[Drawing 3]



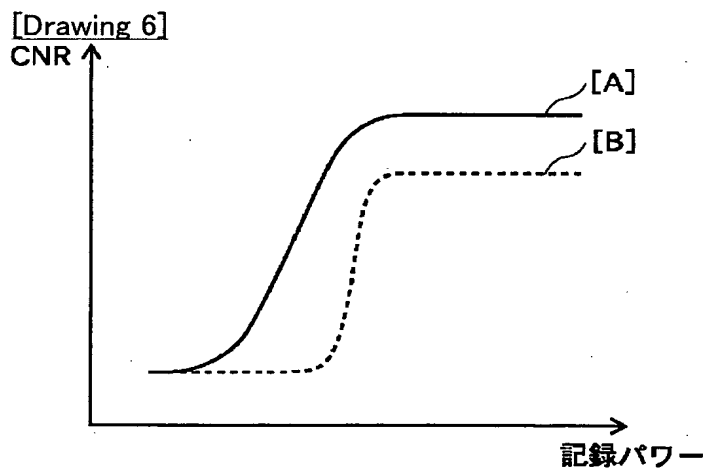
[Drawing 4]



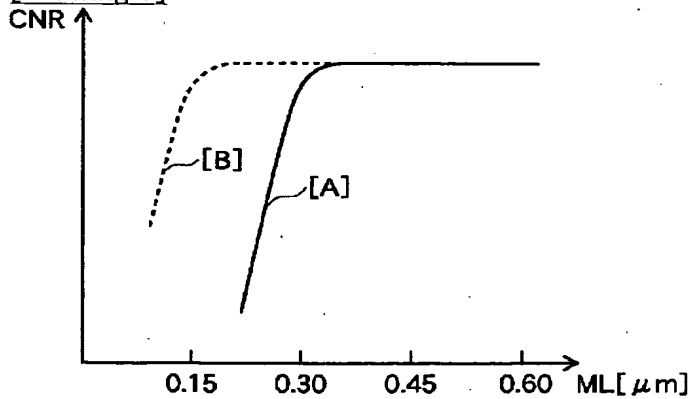
[Drawing 5]



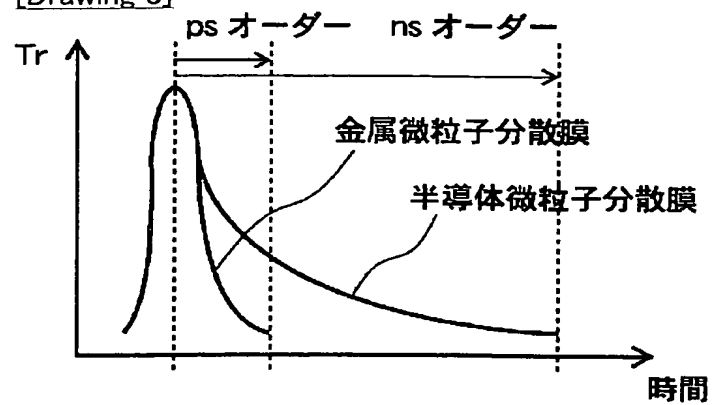
[Drawing 6]



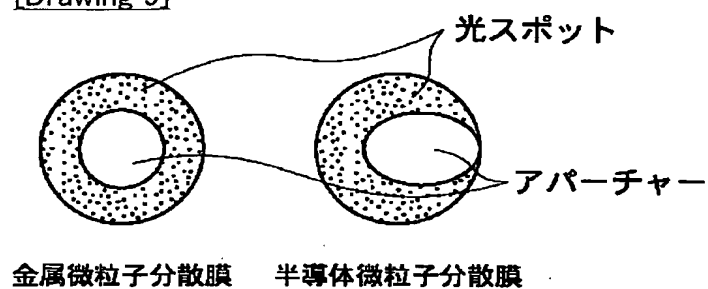
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-101707
(P2001-101707A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24	5 2 2 F 5 D 0 2 9
	5 1 1		5 1 1 5 D 0 7 5
7/004		7/004	Z 5 D 0 9 0
11/105	5 2 6	11/105	5 2 6 J
	5 8 6		5 8 6 N

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-273997

(22) 出願日 平成11年9月28日 (1999.9.28)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 永瀬 俊彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 都鳥 昭司

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

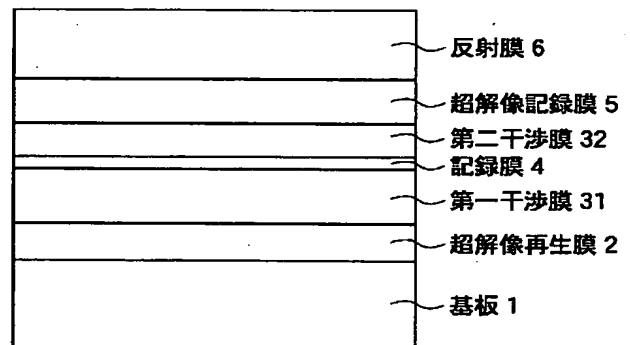
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録媒体、光記録再生装置および光記録再生方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザスポットサイズよりも小さい記録マーク列の形成と読み出しを可能とし、記録密度を向上させる。

【解決手段】 光記録媒体における記録膜4の光入射側に超解像再生膜2、光入射側とは反対側に金属微粒子分散膜を用いた超解像記録膜5を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ビームの照射により情報の記録再生を行なう光記録媒体であって、基板と、この基板上に設けられた記録膜と、前記基板上の前記記録膜の上または下に設けられかつ金属微粒子分散膜を用いた超解像記録膜とを備えたことを特徴とする光記録媒体。

【請求項2】 前記基板上の前記記録膜の上または下に超解像再生膜が設けられている請求項1記載の光記録媒体。

【請求項3】 前記基板と前記記録膜との間に前記超解像再生膜が、前記記録膜の前記超解像再生膜を設けたのとは反対側に前記超解像記録膜が設けられている請求項2記載の光記録媒体。

【請求項4】 前記金属微粒子分散膜の金属微粒子がAu、Ag、Cuの少なくとも1つであることを特徴とする請求項1～3記載の光記録媒体。

【請求項5】 請求項2～4記載の光記録媒体の光記録再生装置であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行なう記録手段と、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて前記記録マークを読み取る再生手段とを備えたことを特徴とする光記録再生装置。

【請求項6】 前記記録レベルの強度の光照射と前記再生レベルの強度の光照射とが同じ光源により行われることを特徴とする請求項5記載の光記録再生装置。

【請求項7】 請求項2～4記載の光記録媒体の記録再生を行なう光記録再生方法であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行い、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて前記記録マークを読み取り再生を行なうことを特徴とする光記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光記録媒体、光記録再生装置および光記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ビームを照射して情報の再生もしくは記録再生を行う光ディスクメモリは、大容量性、高速アクセス性、媒体可搬性を兼ね備えた記憶装置として音声、画像、計算機データ等の各種ファイルで実用化されており、今後もその発展が期待されている。光ディスクの高密度化には、原盤カッティング用ガスレーザの短波

長化、動作光源である半導体レーザの短波長化、対物レンズの高開口数化、光ディスク基板の薄板化、さらに記録可能な光ディスクにおいては、マーク長記録、ランドグループ記録等の種々のアプローチがある。

【0003】以上のようなアプローチの他に高密度化の効果が大きい技術として媒体膜を利用する超解像再生技術が提案され検討されている。超解像再生技術は当初、光磁気ディスク特有の技術として提案されたものである。光磁気ディスクにおいては記録膜もしくは再生膜に超解像機能を有する磁性膜を交換結合もしくは静磁結合させた媒体を用い、再生光照射時に膜を昇温させ膜間の交換力もしくは静磁力を利用して、超解像膜の一部で再生スポットの一部を光学的にマスクするか光学的開口を設ける。その後、ROMディスクに対しても、記録マーク列の設けられた面と基板との間に、光透過率が再生レーザ光照射で変化する超解像膜を設けて超解像再生する試みが報じられ、光磁気のみならずROM、相変化、色素等の全ての光ディスクに適用可能であることが明らかとなった。

【0004】このような各種の光ディスクに適用可能な超解像再生の方法は、ヒートモード方式とフォトンモード方式とに大別される。前者のヒートモード方式は再生光照射によって超解像再生膜を加熱し、加熱により超解像膜に相転移等を発生させて透過率を変化させるもので、光学開口は超解像再生膜の等温線と同一の形状を呈するため、線速に合わせた厳密な熱制御が必要である。一方で後者のフォトンモード方式ではフォトリソグラフィ系の材料を超解像再生膜として用い、再生光照射による発色もしくは消色現象を利用している。フォトリソグラフィは、光照射により基底準位から励起寿命の短い励起準位に電子を励起させ、この励起準位から励起寿命の非常に長い準安定励起準位に電子を捕捉して光吸収特性を発現させるものなので、繰り返し再生を行なうためには準安定励起準位に捕捉された電子を再度、基底準位に脱励起することが必要である。脱励起のためには再生光とは波長の異なる補助的光照射が必要となるため、原理的に2ビーム動作が必要である。また、励起・脱励起の過程が複雑なため、繰り返し再生回数も高々1万回程度と実用にはほど遠いものであった。

【0005】一般に、有機材料は無機材料に比べて繰り返し再生（記録）に対する劣化が大きい。また、ヒートモード系材料は結晶構造が変化する等の原子移動を伴うため、応答速度はフォトンモード系材料よりも遅く、超解像膜の光学開口部が光スポットよりも後方に形成される。このため、ガウス分布をした光を用いる場合、光量のロスが大きい。したがって、超解像膜は無機材料でかつフォトンモード系の材料であることが望ましい。

【0006】そこで本発明者等はフォトンモード系無機材料に注目し、吸収飽和現象により光学定数が高速に変化する半導体連続膜あるいは半導体微粒子分散膜を超解

像再生膜に用いることを、特開平10-320857号公報で提案している。吸収飽和現象を利用する場合は2準位間の電子励起を利用するため、光に対する応答は高速であり光学定数の変化も大きい。

【0007】しかしながら、従来の技術では、超解像再生は可能であったが、超解像記録は困難であった。すなわち、記録マークの間隔を詰めて記録しても高分解能に再生することは可能であるが、記録マークのサイズは基本的には記録レベルの光のスポットサイズで決定され、より小さいマークを形成することはできなかった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述したような従来の超解像膜を用いた光記録媒体の問題を解決するためになされたものであって、記録レベルの光のスポットサイズよりも小さな記録マークを形成することが可能な光記録媒体、この光記録媒体を記録再生する光記録再生装置および光記録再生方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の問題を解決するために本発明は請求項1の発明として、光ビームの照射により情報の記録再生を行なう光記録媒体であって、基板と、この基板上に設けられた記録膜と、前記基板上的前記記録膜の上または下に設けられかつ金属微粒子分散膜を用いた超解像記録膜とを備えたことを特徴とする光記録媒体を提供する。

【0010】また請求項2の発明として、前記基板上的前記記録膜の上または下に超解像再生膜が設けられている請求項1記載の光記録媒体を提供する。

【0011】さらに請求項3の発明として、前記基板と前記記録膜との間に前記超解像再生膜が、前記記録膜の前記超解像再生膜を設けたのとは反対側に前記超解像記録膜が設けられている請求項2記載の光記録媒体を提供する。

【0012】これらに加えて請求項4の発明として、前記金属微粒子分散膜の金属微粒子がAu、Ag、Cuの少なくとも1つであることを特徴とする請求項1～3記載の光記録媒体を提供する。

【0013】また本発明の請求項5に係る光記録再生装置は、請求項2～4記載の光記録媒体の光記録再生装置であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行なう記録手段と、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて前記記録マークを読み取る再生手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0014】さらに請求項6として、前記記録レベルの

強度の光照射と前記再生レベルの強度の光照射とが同じ光源により行われることを特徴とする請求項5記載の光記録再生装置を提供する。

【0015】最後に本発明の請求項7に係る光記録再生方法は、請求項2～4記載の光記録媒体の記録再生を行なう光記録再生方法であって、記録レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを前記記録膜中に形成して記録を行い、再生レベルの強度の光照射により、前記光記録媒体の超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて前記記録マークを読み取り再生を行なうことを特徴とするものである。

【0016】Au、Ag、Cu等の金属微粒子をマトリックス中に分散させた金属微粒子分散膜を超解像記録膜に用いる効果について、以下説明する。

【0017】金属を適当な誘電体中に微粒子として分散させると、表面プラズモンによる吸収が現れる。プラズモンは金属の中の電子の集団移動であり、表面に誘起されるプラズモンを表面プラズモンと呼ぶ。表面プラズモンによる吸収が起こる波長近傍では3次の非線形感受率が 10^{-7} esu程度と大きくなり、大きな光学定数の変化が期待できる。一般的に金属微粒子分散膜の光学定数が大きく変化するパワーは 10 MW/cm^2 程度以上であるので、超解像再生膜として用いるよりも超解像記録膜として用いる方が好ましい。

【0018】ここで図8に、金属微粒子分散膜と半導体微粒子分散膜に光を照射したときの時間と透過率との関係を示す。図において、横軸は時間、縦軸は透過率である。

【0019】図より分かるように、光を照射した後の半導体微粒子分散膜の透過率減衰が、nsオーダーという長い時間がかかるのに対し、金属微粒子分散膜の透過率減衰は、psオーダーの極めて短い時間しかかからない。すなわち、金属微粒子分散膜は光学定数が極めて短い時間で変化する。

【0020】このような特性を有する金属微粒子分散膜と半導体微粒子分散膜に光を照射すると、光スポットに対してどのような光学開口（アパーチャー）が形成されるかを、図9に図示する。金属微粒子分散膜の光学定数が変化する時間は短いため、図9に示すように金属微粒子分散膜を用いた場合には、光学開口が光スポットのほぼ中央に光スポットとほぼ同様な円状となって形成される。これに対して、半導体微粒子分散膜の光学定数が変化する時間は長いため、半導体微粒子分散膜を用いた場合には、光学開口が光スポットに対して尾を引くような楕円形となって形成されてしまう。このため、金属微粒子分散膜と半導体微粒子分散膜とを比較すると、金属微粒子分散膜の方が高分解能の超解像記録が可能となる。

【0021】金属微粒子分散膜に用いる金属微粒子としては、Au、Ag、Cuの少なくとも1種が好ましい。これは、これらの材料が可視領域に表面プラズモンによる吸収ピークを有し、吸収ピーク波長の光を照射すると吸収率変化が急峻に変化するため、超解像記録に最適であるという理由による。尚、金属微粒子としては、Pt、Rh、Sn、Pd、Ir等を用いることも可能である。

【0022】また金属微粒子を分散させるマトリックス材としては、使用する波長に対して透明な誘電体材料であれば特に限定はされないが、例えばSiO₂、Si-N、Al-O、Al-N、B-Nなどを用いることが可能である。

【0023】いずれの材料を用いた場合においても、金属微粒子の表面プラズモンによる吸収があることが好ましい。

【0024】金属微粒子の平均粒径は1~50nm程度が好ましい。1nm未満であると、粒径が均一な金属微粒子を作製することが難しい等の理由から好ましくなく、また50nmを超えてしまうと、膜中に微粒子として存在させるためには超解像記録膜自体の膜厚が非常に厚くなる等の理由から好ましくない。

【0025】また金属微粒子分散膜全体中の金属微粒子の割合は、0.1~60重量%程度が好ましい。0.1重量%未満であると、分散する金属微粒子が非常に少ないため数100nm程度の膜厚では十分な光学定数の変化を実現できない等の理由から好ましくなく、60重量%を超えてしまうと、金属微粒子同士の凝集が起きやすく、微粒子を作製することが難しい等の理由から好ましくない。

【0026】上述したように、金属微粒子分散膜の光学定数が大きく変化するパワーは10MW/cm²程度以上と比較的高く、これは半導体微粒子分散膜と比較すると高いパワーであるため、光照射のパワーが比較的低い再生に用いるよりも、パワーが比較的高い記録に適用する方がより適している。

【0027】また、記録膜に相変換材料を用いる相変換光記録媒体は通常、干渉膜、記録膜、保護膜、反射膜等からなる多層構成を有している。このような多層構成は通常スパッタリングにより成膜されているため、超解像再生膜および超解像記録膜もスパッタリングにより成膜することが好ましい。金属のスパッタリングは半導体のスパッタリングに比べて容易であるため、金属微粒子分散膜は半導体連続膜および半導体微粒子分散膜よりもスパッタリングで作り易いという利点がある。

【0028】以上のように、超解像記録膜としては半導体微粒子分散膜よりも金属微粒子分散膜を用いることが望ましい。

【0029】このような金属微粒子分散膜を超解像記録膜に用いる本発明に関して、以下、図面を用いながら具

体的に説明する。

【0030】図1は本発明の光記録媒体の一例を示す概略断面図である。

【0031】図において、1は基板であり、基板1上に超解像再生膜2、第一干渉膜31、記録膜4、第二干渉膜32、超解像記録膜5、反射膜6が順次積層されている。記録膜4は記録レベルの強度の光を照射して情報を記録し、この記録した情報を再生レベルの強度の光を照射することによって読み取り再生をするものである。また第一干渉膜31、第二干渉膜32は各々、光学的干渉効果を得るために設けられるものであり、反射膜6は入射した光を反射させるために設けられるものである。

【0032】これらの積層構造のうち、超解像再生膜2、超解像記録膜5の特性に関して述べる。図2は、照射フォトンエネルギーE_pと超解像再生膜2、超解像記録膜5の透過率T_rとの関係を示す図であり、横軸が照射フォトンエネルギー、縦軸が透過率を表わしている。図中、Rで示す曲線は超解像再生膜2の特性であり、Wで示す曲線は超解像記録膜5の特性である。尚、用いる超解像膜がヒートモード系材料の場合には、図2の横軸を膜温度に置き換える。

【0033】図から、超解像再生膜2は再生時の照射フォトンエネルギーE_r未満の照射フォトンエネルギー領域では透過率が低く、E_r以上で高い透過率が得られることが分かる。よって、E_r以上の適度な再生パワーを用いることで、超解像再生膜2中に光スポットサイズよりも小さな微小光学開口（第2の光学開口）が形成される。基板1側から照射された光は、この第2の光学開口を通じて記録膜4に照射され、これにより超解像再生機能が発現する。

【0034】一方、超解像記録膜5は記録時のフォトンエネルギーE_w未満の照射フォトンエネルギー領域では透過率が低く、E_w以上で高い透過率が得られる。よって、E_w以上の適度な記録パワーを用いることで、超解像記録膜5中に光スポットサイズよりも小さな微小光学開口（第1の光学開口）が形成される。基板1側から照射された光は、この第1の光学開口を通過して反射膜6にまで達し、通過光は反射膜6によって反射されて記録膜4に戻る。これにより、例えば相変換等のヒートモード記録を利用している場合には、記録膜4の加熱が十分に行なわれて微小記録マークが形成される。すなわち、超解像記録が行なわれる。ここで、E_w>E_rであるから、E_w以上の照射フォトンエネルギーを照射すれば、記録膜4よりも基板1側に位置している超解像再生膜2には当然のことながら、十分に広い光学開口が形成され、この開口を通して光が記録膜4にまず照射され、その後超解像記録膜5に照射されることとなる。

【0035】以上のことを鑑みると、本発明の光記録再生方法として、次のような方法が好ましいことが分かる。記録時には、記録レベルの強度の光照射により、超

解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを記録膜に形成して記録を行う。また再生時には、再生レベルの強度の光照射により、超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて記録マークを読み取り再生を行なう。

【0036】図1のように、超解像再生膜2と超解像記録膜5とを記録膜4を挟むように両側に設け、かつ超解像記録膜5は記録膜4の光入射側とは反対側に設けることが、記録時に光を効率的に使えるという観点から最も好ましい。これは、再生時には超解像記録膜5が透過率の低い状態にあるため、記録膜4の光入射側に配置すると再生光の損失となるからである。

【0037】しかし、超解像再生膜2、超解像記録膜5の透過率と照射光子エネルギーとの関係には様々な態様があるため、場合によっては、記録膜4の片側に双方の超解像膜を配置しても良い。例えば記録膜4の光入射側に超解像再生膜2、超解像記録膜5の双方を配置する場合には、再生時に超解像記録膜5を透過して記録膜4に再生光が照射される必要があるため、超解像記録膜5の光照射前の透過率を予め高く設定しておくことが望ましい。また、記録膜4の反射膜6側に超解像再生膜2、超解像記録膜5を配置する場合には、しきい値以上の光照射により反射率が高くなるように層構成を調整することが望ましい。

【0038】超解像再生膜2を形成する材料としては、高速結晶化形の相変換材料、熱退色性色素等のヒートモード系材料；フォトリソミック、フォトリチング、半導体もしくは半導体微粒子分散系等の光子モード系材料等を用いることができる。

【0039】超解像再生膜は再生パワー、超解像記録膜は記録パワーで動作する必要があるため、超解像記録膜が動作するしきい値は超解像再生膜が動作するしきい値よりも大きくなければならない。しきい値を異なる値とするには、超解像再生膜と超解像記録膜に異なる材料を用いても良いし、吸収飽和現象を利用した光子モード系材料を用いても良い。

【0040】ここで、吸収飽和現象に関して説明する。半導体に禁制帯幅以上のエネルギーの光を照射すると、光を吸収して充満帯から伝導帯に電子が励起される。電子励起の確率は伝導帯の空席状態密度が高いほど高い。照射する光子エネルギーが増加すると充満帯から励起される電子数が増加し、伝導帯中の空席状態密度は低下する。したがって、光子エネルギーが少ないときは光を吸収するが、光子エネルギーが多くなると次第に吸収が少なくなり透過率が増加する。光記録再生における光強度分布はスポット中心部が高く周辺部は低い。このため、透過率はスポット中心部で高く周辺部で低くなり、超解像動作が可能となる。

【0041】吸収飽和を発現する光子エネルギーの調整は、波長に合わせて用いる半導体材料を選択する、半導体微粒子分散系においては微粒子サイズ、分散量等を調整して脱励起の寿命、励起確率を制御する等を行えば可能である。

【0042】伝導帯における空席の状態密度は伝導帯下端付近で大きく、エネルギーの高い側へ向けて減衰するので、動作波長に近くそれよりもやや狭い禁制帯幅を持つ半導体を選択したときに励起確率は最も高くなり、このため最も低い光子エネルギーで吸収飽和させることが可能となる。逆に動作波長に比べてかなり狭い禁制帯幅を持つ半導体を選択すれば、エネルギーの高い状態に電子が励起されて励起電子は伝導帯下端の状態に移動するので、吸収飽和させるのに必要な光子エネルギーは高くなる。

【0043】同一の禁制帯幅の半導体でも材料に依存して遷移確率が異なるので、この遷移確率の差を利用すれば吸収飽和が起こる光子エネルギーを調整することができる。また禁制帯幅の微調整および伝導帯の状態密度関数の幅の制御は、微粒子サイズ、分散量等の調整を行なうことによって可能である。孤立微粒子化するほど禁制帯幅は広がり、同時に状態密度関数は狭く急峻になる。また、脱励起寿命によっても吸収飽和が起こる光子エネルギーを調整できる。連続膜の場合もしくは粒径が大きい場合のような脱励起寿命が短い場合には、吸収飽和が起こる光子エネルギーを高く、逆に粒径が小さい場合のような脱励起寿命の長い場合には、吸収飽和が起こる光子エネルギーを低く調整できる。

【0044】以下、金属微粒子分散膜の特性に関して具体的に説明する。

【0045】まず、7:5nmのAu微粒子がSiO₂中に分散したAu微粒子分散膜の吸収スペクトルを図3に示す。図3においては、横軸が波長(nm)、縦軸が吸収率を表わしている。図3に示すように、532nmに表面プラズモンによる吸収ピークが確認できた。尚、金属微粒子としてAg、Cuを用いた場合には、吸収ピークはそれぞれ400nm、550nmとなる。

【0046】次に、波長532nm、パルス幅200fsのレーザでAu微粒子分散膜を励起したときの吸収率変化を、ポンプ・プローブ法により測定した結果を図4に示す。図4においては、横軸が時間(ps)、縦軸が吸収率を表わしている。図4より、吸収率変化の立ち上がりおよび立ち下がりが共にpsオーダーで起こっているのが分かる。

【0047】吸収率変化も前述した透過率変化も光学定数の変化であるので、本発明の光記録媒体は、超解像記録膜5の光学定数が極めて短い時間で変化することができる。したがって、光学開口を光スポットのほぼ中央に形成することができ、高分解能の超解像記録が可能となる。また、超解像再生膜2を設けているので超解

像再生も可能となり、極めて高密度の記録再生ができるようになる。

【0048】また本発明の光記録再生装置は、上述した光記録媒体に、記録レベルの強度の光を照射することにより、超解像記録膜に光スポットサイズよりも小さい第1の光学開口を形成し、この第1の光学開口に対応した大きさの記録マークを記録膜中に形成する記録手段と、再生レベルの強度の光を照射することにより、超解像再生膜に光スポットサイズよりも小さい第2の光学開口を形成し、この第2の光学開口を通じて記録膜に記録された情報を読み取り再生する再生手段とを備えるものである。ここで、記録レベル、再生レベルの強度の光を照射する光照射手段としては、単一の同じ光源を用いることが装置の簡略化を考えると好ましい。

【0049】記録手段は上述の光照射手段の他、光照射手段を制御する制御手段をも備えることが好ましい。また、再生手段は光照射手段の他、再生レベルの光を照射した際に光記録媒体から反射されてくる光、あるいは透過する光を検出して情報を読み取る検出手段をも備え、また、光照射手段や検出手段を制御する制御手段をも備えることが好ましい。記録手段、再生手段の光照射手段、制御手段は別々に設けても良いし、共通化しても良いが、共通化することが装置の簡略化のためには好ましい。

【0050】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

【0051】(第1の実施形態)図5は本発明の第1の実施形態に係る光記録媒体としての相変化光ディスクの概略断面図である。図において、1は基板であり、基板1上に超解像記録膜5、第一干渉膜31、記録膜4、第二干渉膜32、反射膜6が順次積層されている。

【0052】このような積層構造を有する光記録媒体の製造工程を以下、説明する。

【0053】まず、マスタリング工程→スタンバ工程→インジェクション工程という通常の光ディスク基板プロセスを用いて、トラッキングガイド溝(グループ)の設けられたポリカーボネート基板1を作成した。この基板1上に、スパッタリングにより積層構造を形成する。

【0054】本実施形態では、記録光の波長 λ を532nm、焦点レンズのNAを0.6とする。よってディスク面上のレーザスポットサイズは全半値幅Wで約0.5nmである。

【0055】超解像記録膜5には平均膜厚100nmのAu微粒子分散膜を用いる。Au微粒子分散膜の組成等は上述した通りとする。超解像記録膜5を金属微粒子とマトリックス材の同時スパッタか、あるいは予めターゲットを金属微粒子分散材料にしてスパッタすることにより成膜した後、これに続いて、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚110nmの第一干渉膜31、相変化記録材

料であるGeSbTeを用いた平均膜厚202nmの記録膜4、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚40nmの第二干渉膜32、Al合金を用いた平均膜厚50nmの反射膜6を連続的に通常のマグネトロンスパッタ法により成膜した。

【0056】このようにして作成した媒体をディスク評価装置にセットし線速6m/sで駆動して、基板1側から波長532nmの半導体レーザ記録光をNA0.6の対物レンズで集光して照射し、微小記録マーク列の形成を試みた。マーク長として0.5 μ mの単一周波数のマーク列を記録パワーを変えながら作成し、記録光と同じ波長532nm、NA0.6の光で再生してCNRを調べた結果を図6に示す。図においては、横軸が記録パワー、縦軸がCNRを示している。また、[B]で示す曲線が本実施形態の媒体のCNRを表わしており、[A]で示す曲線は、超解像記録膜5を設けない他は図5と同様な比較例のCNRを表わしている。

【0057】記録のしきい値パワーに注目すると、比較例に比べて本実施形態の媒体のCNRは高パワー側にシフトしており、かつしきい値からのCNRの立ち上がり方が急峻になっている。これは超解像記録膜5の透過率が照射フォトンエネルギー、すなわち照射エネルギー密度に依存することを反映するものである。よって、超解像記録膜5の透過率が低いようなパワーでは記録光が記録膜4に到達せず、このため、このようなパワーでは記録ができない。また、超解像記録膜5の透過率が高くなると、記録光が記録膜4に到達するようになり、このため急峻にCNRが立ち上がる。

【0058】本実施形態の媒体のもう1つの特徴は、飽和CNR値が比較例と比べて低いことである。これは、比較例ではレーザスポットのFWHM程度の記録マークが形成されるのに対して、本実施形態では光ビームの中心部付近にのみ微小記録マークが形成され、この結果、記録マークサイズが小さくなることを反映している。

【0059】続いて、記録パワー等は上述と同様で、記録マーク間隔MLを変えて記録を行い、これを波長410nmの短波長レーザで再生した。結果を図7に示す。図においては、横軸が記録マーク間隔ML[μ m]、縦軸がCNRを示している。また、[A][B]は図6と同様である。

【0060】短波長レーザを用いた場合のレーザスポットのFWHMは0.3 μ m程度であり、本実施形態では、長波長で超解像記録したマークでも比較例と同様、十分に高いCNRが得られている。また、マーク間隔MLを詰めていくと、比較例では記録時の熱干渉および再生時の符号間干渉の影響から、MLが再生レーザスポットサイズの0.3 μ m程度未満となると、急激にCNRが低下していることが分かる。これに対して本実施形態では記録マークサイズが小さいことに起因して、記録時の熱干渉も小さくかつ符号間干渉も小さいので、MLが

0.15 μm 程度でも高いCNRを維持している。

【0061】このように、超解像記録膜5を設けたのみでも、長波長レーザによる超解像記録と短波長レーザによる再生とを組み合わせ2レーザ動作を行なうことにより、高密度な記録再生を行なうことが可能となる。

【0062】(第2の実施形態)第1の実施形態では超解像記録膜のみを用いて2レーザ動作を行なった場合に関して説明したが、実用を考えると2レーザ動作よりは記録再生を1つの光源、具体的には1つのレーザで行なう1レーザ動作の方が好ましい。第2の実施形態は、超解像記録膜と超解像再生膜とを組み合わせ1レーザ動作を可能とするものである。

【0063】媒体としては、図1に示すような積層構造の媒体、具体的には相変化光ディスクを用いる。積層構造は、図1で説明したのと同様な基板1上に、平均粒径4nmのCdS微粒子がSiO₂中に分散された平均膜厚100nmの超解像再生膜2、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚100nmの第一干渉層31、GeSbTeを用いた平均膜厚20nmの記録膜4、ZnS-SiO₂を用いた平均膜厚100nmの第二干渉層32、平均粒径10nmのAg微粒子がSiO₂中に分散された平均膜厚80nmの超解像記録膜5、Al合金を用いた平均膜厚50nmの反射膜6が順次積層されている。超解像再生膜2および超解像記録膜5は波長410nmで動作するように微粒子の粒径と体積率を調整してある。

【0064】ディスク特性評価は波長410nm、NA0.6、線速6m/Sとし、記録パワー15mW、再生パワー2mWで行なった。この記録再生パワーは予備実験を行なった結果から決めたものである。マーク間隔を変えながら記録再生実験を行ない再生CNRを調べた結果、図7の[B]で示したのと同様な特性を示した。

【0065】超解像再生膜2は、記録レベルの光照射時には十分に広い光学開口を形成するので、記録時には超解像記録膜5のみが作用すると考えられる。ここで超解像記録膜5は、本実施形態においては記録膜4の光入射側とは反対側に配置してある。これは、再生時に超解像記録膜5は透過率の低い状態にあるため、記録膜4の光入射側に配置すると再生光の損失となるからである。しかしながら、超解像記録膜5の光照射前の透過率を予め高く設定しておくことで、超解像記録膜5、超解像再生膜2共に、記録膜4に対して光入射側に配置されていても構わない。また、超解像記録膜5が記録膜4の光入射側に配置されている場合には、反射膜6は設けなくても良い。本実施形態のように、記録膜4の光入射側と反対側に超解像記録膜5を設けて超解像記録を行なう場合には、記録膜4の膜厚は十分に光が透過する程度の薄い膜厚に設定すべきであり、相変化記録膜のようなヒートモード膜の場合には十分な加熱が起こらないため、一時光の入射によっては記録が起こらず、記録膜4を透過した

一時光が超解像記録膜5に微小開口を形成し、その上の反射膜6へ光を透過させてその透過光が反射膜6で反射されて記録膜4に戻り、その作用で記録膜4が十分に加熱されて微小記録マークを形成するという形態を取ることが好ましい。

【0066】このように、超解像記録膜5の他に超解像再生膜2を設けることで、1レーザで高密度な記録再生を行なうことが可能となる。すなわち、記録レベルの強度の光照射と再生レベルの強度の光照射との光源を同じものとする、換言すれば光照射手段を単一とすることにより、光記録再生装置の簡略化を図ることが可能になる。尚、光記録再生装置には光照射手段の他に、再生の際にディスクからの反射光もしくは透過光を検出する検出手段や、光照射手段や検出手段を制御して記録再生を行なうことを可能とする制御手段も設けられている。

【0067】以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。

【0068】例えば基板は、一般的に用いられるものから任意に選択可能であり、具体的には、ガラス、PMM A(ポリメチルメタクリレート)等のアクリル樹脂、ポリカーボネート等の樹脂、およびその他を用いることも可能である。

【0069】また例えば、干渉膜として、ZnS-SiO₂と同様なSiO₂、Si₃N₄、Ta₂O₅、TiO₂等の透明誘電体材料を用いても良いし、記録膜として、TbFeCo、GdFeCo、Pt/Co、MnBi、ガーネット、フェライト等の光磁気材料およびAgInSbTe等の相変化記録材料や、フォトクロミックに代表されるフォトンモード記録材料等を用いても良い。さらに、反射膜として、Au、Cu、Ag等に代表される高反射率の金属材料を用いても良い。

【0070】さらに、超解像再生膜に用いることの可能な半導体連続膜または半導体微粒子分散膜としては、例えば、次のような材料を用いることができる。半導体材料は使用するレーザーの波長に合わせて選択することができ、Cu、Agのハロゲン化物、Cu酸化物、AgSe、AgTe、SrTe、SrSe、CaSi、ZnS、ZnO、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdTe、AlTe、InS、InO、InSe、InTe、AlSb、AlN、AlAs、GaN、GaP、GaAs、GaSb、GeS、GeSe、SnS、SnSe、SnTe、PbO、SiC、AsTe、AsSe、SbS、SbSe、SbTe、BiS、TiO、MnSe、MnTe、FeS、MoS、CuAlS、CuInS、CuInSe、CuInTe、AgInS、AgInSe、AgInTe、ZnSiAs、AnGeP、CuSbS、CuAsS、AgSbS、AgAsS等を用いることが可能である。半導体微粒子を分散する場合のマトリックス材としては、SiO₂、Si₃N₄、Ta₂O₅、TiO₂、ZnS-SiO₂等の

透明誘電体材料；C-H、C-F系のプラズマ重合物質；C等を用いることができる。

【0071】また、媒体として光ディスクを例に挙げて説明したが、テープ等への適用も可能である。

【0072】その他、本発明の要旨を超えない範囲で種々の変形が可能である。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、対物レンズのNAで規定される光スポットサイズよりも微小な記録マークを形成できるので、記録密度を格段に向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る光記録媒体の一例を示す概略断面図。

【図2】 本発明に係る光記録媒体に用いられる超解像再生膜と超解像記録膜の特性を示す図。

【図3】 本発明に係る光記録媒体に用いられる超解像記録膜の吸収スペクトルを表わす図。

【図4】 本発明に係る光記録媒体に用いられる超解像*

* 記録膜の吸収率変化を表わす図。

【図5】 本発明の第1の実施形態に係る光記録媒体の概略断面図。

【図6】 本発明の第1の実施形態に係る光記録媒体のCNR特性を表わす図。

【図7】 本発明の第2の実施形態に係る光記録媒体のCNR特性を表わす図。

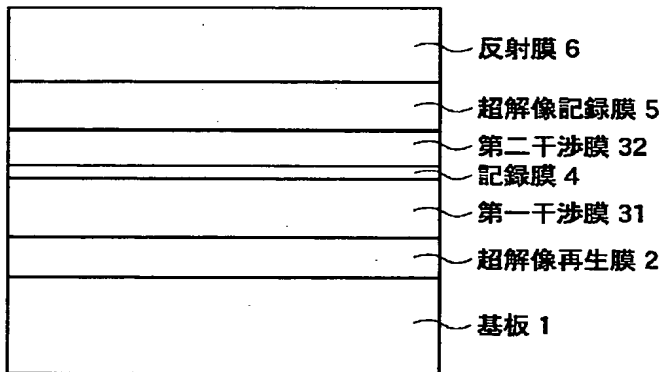
【図8】 金属微粒子分散膜および半導体微粒子分散膜の透過率変化を表わす図。

【図9】 金属微粒子分散膜および半導体微粒子分散膜に光学開口が形成される様子を表わす図。

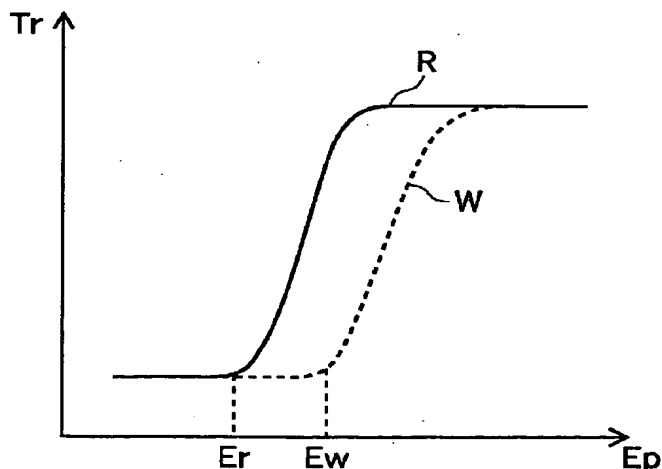
【符号の説明】

- 1…基板
- 2…超解像再生膜
- 31…第一干渉膜
- 32…第二干渉膜
- 4…記録膜
- 5…超解像記録膜
- 6…反射膜

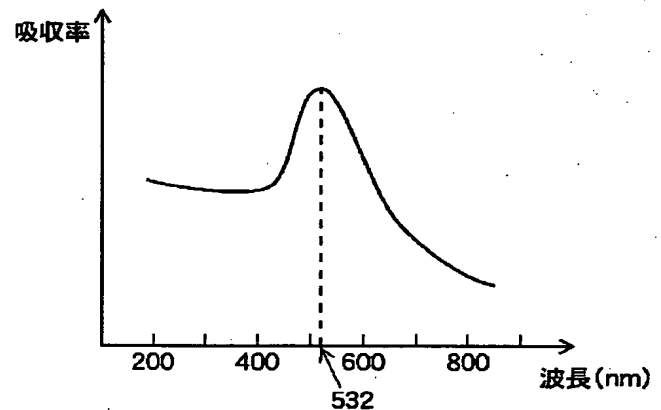
【図1】



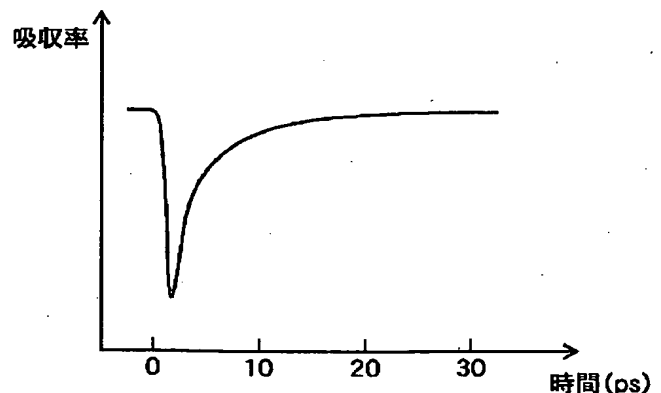
【図2】



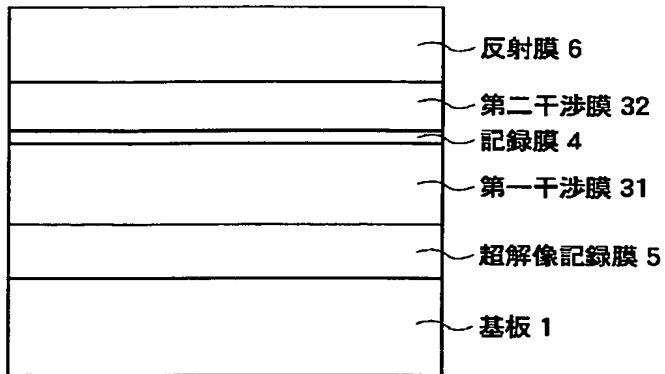
【図3】



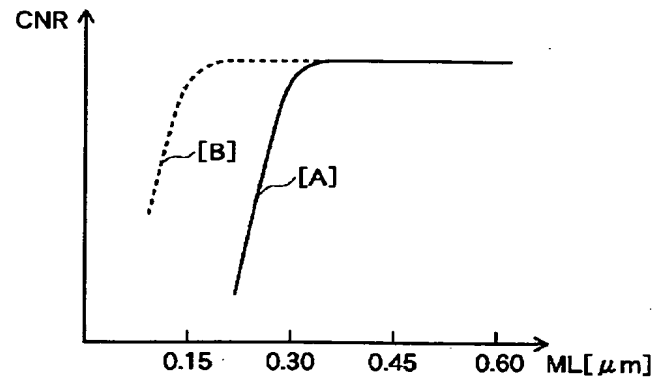
【図4】



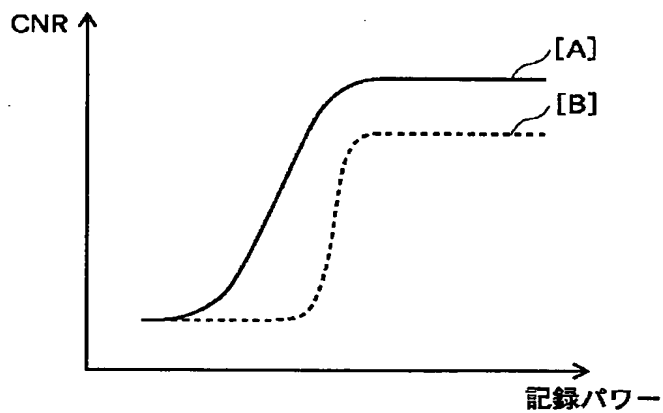
【図5】



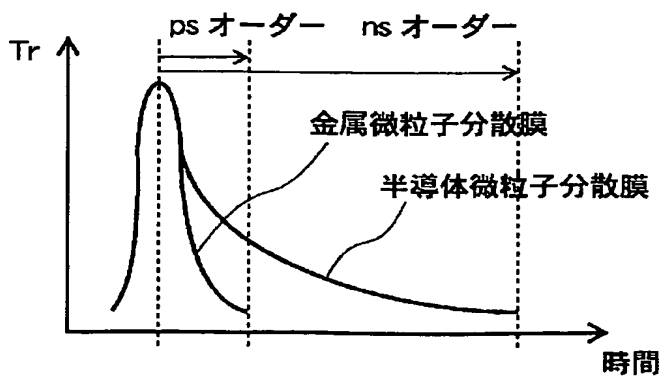
【図7】



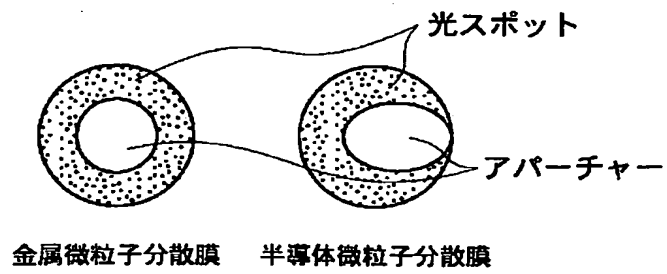
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 市原 勝太郎
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 5D029 JA01 JB18 JC04
5D075 AA03 CC01 CC11 CD11 EE03
FF12
5D090 AA01 BB05 BB10 CC01 CC04
KK03